紅龍果檢疫技術之開發

動植物防疫檢疫局台中分局　陳素琴

摘　要

為突破國產紅龍果無法輸日之限制，防檢局台中分局早在92年間即完成輸日白肉種紅龍果(*Hylocereus undatus* (Weber) Britt. & Rose)蒸熱殺蟲技術之研發工作，試驗報告並送日本審查。經一再交涉結果，日方終於核派檢疫官於98年6月間至防檢局台中分局辦理檢疫技術之認證作業，也促使日本於99年4月16日公告並開放經檢疫處理後之白肉種紅龍果輸入。白肉種紅龍果正式輸銷該國，乃進一步選定紅肉種(*H. polyrhizus* (Weber) Britt.& Rose)及紫紅肉種紅龍果(*H. costaricensis* (Weber) Britt. & Rose)進行檢疫處理技術研發工作。

紅肉種及紫紅肉種紅龍果針對東方果實蠅(*Bactrocera dorsalis* Hendel)及瓜實蠅(*Bactrocera cucurbitae* Coquillett)為主要殺蟲標的之檢疫處理試驗。為決定最抗熱性之果實蠅及蟲齡做為供試蟲，以東方果實蠅、瓜實蠅卵期及各齡期幼蟲進行蒸熱抗性比較，結果以東方果實蠅卵期抗熱性最強，因此，以東方果實蠅卵期為檢疫處理試驗之供試蟲。

以果實中心溫度達46.2℃、10分鐘、20分鐘之小規模蒸熱處理結果，顯示溫度達46.2℃取出即可達100％殺蟲效果，然為配合現行輸日白肉品系紅龍果檢疫處理模式，以46.5℃維持30分鐘作為大規模殺蟲處理試驗條件，進行紅肉種及紫紅肉種紅龍果大規模殺蟲試驗，經3次試驗結果，所得總有效殺蟲為35,137，死亡率100％，已符合日本之檢疫處理蟲數標準。經蒸熱處理後之鮮果，以不同包裝及貯運條件的品質障礙試驗結果，蒸熱處理與未蒸熱處理之果實品質、外觀色相、糖分錘度、及果實硬並無顯著差異，另以舒果網包覆處理果後再放入PE塑膠袋內冷藏於5℃之條件為最佳之貯運條件。

試驗結果顯示，以46.5℃維持30分鐘為紅肉種及紫紅肉種紅龍果之蒸熱處理條件，處理後並以舒果網包覆處理果後再放入PE 塑膠袋內冷藏於5℃貯運，能達成為外銷日本之檢疫處理要求並保持最佳商品價值。

前 言

近年來，拜栽培管理技術發展成熟之賜，果實碩大、品質佳而且產量豐富的紅龍果，除滿足國內市場需求外，亦甚具國際競爭潛力。惟由於我國為東方果實蠅及瓜實蠅疫區，許多國家以檢疫條件限制國產鮮果輸入，致紅龍果外銷市場不易擴展，實為可惜。

為突破檢疫障礙，農委會防檢局早於90年間即著手規劃及進行紅龍果檢疫處理技術之開發，92年發展出以46.5℃，蒸熱30分鐘之處理條件，成功達成殺蟲目標，且白肉種紅龍果經日本98年派員前來實地認證試驗後，業於99年正式輸銷該國，市場反映頗佳。因此，防檢局及所屬台中分局乃進一步選定紅肉種及紫紅肉種紅龍果進行檢疫處理技術研發工作，俾協助將優良果品拓銷國際市場。

檢疫處理實地認證－輸日白肉種紅龍果

為突破國產紅龍果無法輸日之限制，本分局早在92年間即完成輸日紅龍果蒸熱殺蟲技術之研發工作，試驗報告並送日本在案。經一再交涉結果，日方終於派遣橫濱植物防疫所調查研究部丹野昌浩先生於98年6月15日至6月26日至本分局辦理檢疫技術之認證作業。

防檢局台中分局試驗小組為確保認證作業順利完成，於98年1月間即著手規劃試驗期程，以及事先準備試驗材料、預備試驗與會同實地認證試驗等工作：

一、試驗材料準備

（一）供試蟲源之選定

以防檢局台中分局檢疫處理實驗室人工飼育第10代之東方果實蠅為供試蟲源，供試蟲卵則產自15- 25日齡之雌蟲。

（二）供試果之選擇

試驗用紅龍果產自嘉義縣鹿草鄉，採收時間為98年6月11-12日，供試果選別以無外傷，果實大小450-550 g，上層鱗片基部轉紅者為基準，完成選別後，直接供做試驗使用。

（三）各項試驗器材之準備

試驗所需之基本器材包括採卵器、篩網、培養皿及各式容器等先行備妥，標準溫度計則先行送請量測科技股份有限公司(工業技術研究院量測中心技術轉移公司)檢校，並取得儀器校正報告書，供屆時校正溫度使用。

二、預備試驗

98年1月間，試驗小組同仁先就日方要求之認證試驗流程進行模擬，包括供試蟲卵收集、蒸熱處理機溫度探針46.5℃校正、感染果製作以及進行蒸熱殺蟲檢疫處理等，試驗流程及結果經重複檢討與分析，確認符合日方標準。

三、實地認證試驗

（一）事前協調會議

日本檢疫官丹野昌浩先生抵台後，旋由防檢局邀請丹野先生與台中分局試驗同仁等於98年6月16日召開認證事前會議，由防檢局台中分局葛分局長文俊(時任防檢局植物檢疫組副組長)主持，經就實地認證作業程序交換意見後，雙方達成共識如下：

1、本次紅龍果認證殺蟲試驗條件為果實中心溫度46.5℃維持30分鐘，紅龍果果實經上述溫度處理達30分鐘，即完成殺蟲認證流程。

2、有關日方所提每分鐘記錄一次溫度乙節，係指46.5℃維持30分鐘階段；另溫度校正作業程序，則為庫體溫度昇至設定值46.5℃並穩定維持30分鐘後，再行每5分鐘記錄一次，共記錄三次。

3、本次試驗之溫度探針之選定為設置於下層之3支；試驗條件為46.5℃維持30分鐘，係指處理之起始時間以2/3之探針所測得果溫達46.5℃以上開始計算。

（二）蒸熱殺蟲檢疫處理認證試驗

依據雙方確認的認證程序，首先當日完成蒸熱處理機溫度校正，6月17日製作感染果，6月18日進行大規模殺蟲試驗。完成處理後，將供試果移出調查，至6月23日完成各處理組蟲數調查，符合日本政府檢疫處理基準。

（三）認證結束會議

完成認證程序後，雙方就試驗結果判定已達日方檢疫殺蟲處理基準，嗣於6月25日認證結束會議中，確認紅龍果之殺蟲條件為『以46.5℃蒸

熱處理30分鐘』。

（四）參訪行程

為使丹野先生實地瞭解紅龍果之栽培管理情形，試驗期間安排參訪台中市東勢區、外埔區及高雄市旗山區之紅龍果果園，此外，也造訪防檢局小港農產品檢疫處理場及台灣省青果運銷合作社台中分社豐原處理場，瞭解輸日鮮果商業運轉程序與檢疫處理流程。

試驗設計－紅肉種及紫紅肉種紅龍果

設計之初考量紅龍果不耐冷藏之品種特性，因此，擬定以蒸熱處理方法做為研發方向。相關程序分述如下：

一、供試蟲

以防檢局台中分局實驗室人工飼育之東方果實蠅及瓜實蠅為供試蟲。其中，東方果實蠅蟲源採自彰化縣溪州地區之番石榴感染果，經累代繁殖飼養至第25-31代；瓜實蠅則採自南投地區之絲瓜感染果，累代繁殖飼養至第47-51代。

二、供試果

分別產自台中市外埔區及高雄市旗山區。以新鮮無外傷，重量450-600 g之紅肉種及紫紅肉種果實為選別標準。

三、試驗程序

（一）基礎試驗

1.密度試驗

紅龍果果實內分別接入東方果實蠅或瓜實蠅卵各50、100、200及400粒卵，製成感染果8個，7日後調查3齡幼蟲存活數，以判斷最適合之接卵密度，做為後續感染果接卵數之依據。

2.生長試驗

紅龍果果實內分別接入東方果實蠅或瓜實蠅卵各100個，製成感染果20個，移置飼育室內。接卵後第1至第10日間，每日取出2個感染果，調查各齡期之蟲數，以做為判定卵期及發育為各齡期蟲之時間依據。

3.抗性試驗

紅龍果果實內分別接入東方果實蠅或瓜實蠅卵，製成感染果128個，其中96個為蒸熱處理組，餘為對照組。分別使感染果內之供試蟲發育至卵期、1 齡幼蟲、2齡幼蟲或3齡幼蟲，然後將該4種不同齡期蟲之感染果，一起置入蒸熱處理機內蒸熱處理，當果實中心溫度到達44.2、45.2或46.2℃時，分批移置飼育室，俟果實蠅發育至3齡蟲時，調查不同齡期之東方果實蠅及瓜實蠅死亡率，以其中抗熱性最強之齡期，做為後續殺蟲試驗之標的害蟲齡期。

4.小規模殺蟲試驗

依據前述基礎試驗結果，選取前述兩種供試蟲中抗熱性較強之害蟲齡期，以最適量接入紅龍果果實內，製成感染果175個，其中150個為蒸熱處理組，餘為對照組。感染果置入蒸熱處理機內蒸熱處理，當果實中心溫度到達46.2℃、46.2℃維持10分鐘及46.2℃維持20分鐘等3種條件，分批移置飼育室，俟果實蠅發育至3齡蟲時，調查其死亡率，以評估3種處理條件之殺蟲效果。經重複3次試驗後，調查致死率，做為進一步大規模試驗之處理條件。

四、大規模殺蟲試驗

前述小規模殺蟲試驗係以蒸熱使果實中心溫度到達46.2℃、46.2℃維持10分鐘及46.2℃維持20分鐘為處理條件。現行白肉種紅龍果檢疫殺蟲處理條件則為蒸熱使果實中心溫度達46.5℃維持30分鐘，相較之下，現行白肉種紅龍果之處理條件更為嚴謹。此外，考量未來商業運轉時，紅肉種、紫紅肉種及白肉種紅龍果均能適用相同的檢疫殺蟲處理方法，可合併入庫同時進行檢疫處理，因此，乃選擇以蒸熱處理使果實中心溫度到達46.5℃維持30分鐘，做為大規模殺蟲試驗之處理條件。

試驗時，計分3次進行，每次處理有效蟲數須達10,000隻，總蟲數應超過30,000隻且經檢視無活蟲者，始可確認達到殺蟲效果。

五、果實障害試驗

當獲得大規模殺蟲處理條件後，模擬現行冷藏貯運條件，以果實硬度、果肉糖度、苞片顏色等品質變化情形，進行各項果實品質變化分析。

試驗結果

一、基礎試驗

(一)密度試驗

兩種紅龍果內之東方果實蠅3齡幼蟲存活數均較瓜實蠅多。其中，接卵數400個處理組之幼蟲存活數最少，接卵數100個及200個處理組之幼蟲存活數最多且二者之間無顯著差異，惟經目視觀察比較，接卵數100個處理組果實內之幼蟲，齡期一致且體形較大，取食情形亦較接卵200個處理組為佳。因此，後續乃以每一果實內接入100個卵為基準，進行各項試驗。

(二)生長試驗

經試驗結果，東方果實蠅於紅肉種紅龍果內之卵期為接卵後第1日、1齡幼蟲為接卵後第2日、2齡幼蟲為接卵後第4日、3齡幼蟲則為接卵後第6日；瓜實蠅之卵期為接卵20小時、1齡幼蟲為接卵後第1日、2齡幼蟲為接卵後第4日、3齡幼蟲為接卵後第6日。

東方果實蠅於紫紅肉種紅龍果內之卵期為接卵後第1日、1齡幼蟲為接卵後第2日、2齡幼蟲為接卵後第3日、3齡幼蟲為接卵後第6日；瓜實蠅之卵期為接卵20小時、1齡幼蟲為接卵後第1日、2齡幼蟲為接卵後第3日、3齡幼蟲為接卵後第6日。

(三)抗性試驗

紅肉種紅龍果內之瓜實蠅各齡期蟲於果實中心溫度到達45.2℃時，即全數死亡；東方果實蠅則於果實中心溫度到達46.2℃時，各齡期蟲始全數死亡。

紫紅肉種紅龍果內之東方果實蠅及瓜實蠅各齡期蟲均於果實中心溫度到達46.2℃時，全數死亡；於果實中心溫度到達45.2℃時，東方果實蠅各齡期蟲體存活數均高於瓜實蠅。

依前述結果分析，以東方果實蠅卵之抗熱性最強。

(四)小規模殺蟲試驗

依表1-1顯示，以每顆接入東方果實蠅卵100個之紅肉種紅龍果進行小規模試驗結果，果實中心溫度到達46.2℃、46.2℃維持10分鐘及46.2℃維持20分鐘等3種處理組，均可達100%殺蟲效果；另依表1-2顯示，紫紅肉種紅龍果試

驗部分，則於果實中心溫度到達**46.2**℃維持**10**分鐘及**46.2**℃維持**20**分鐘等**2**處理組，方達到**100**%殺蟲效果。

表1-1、東方果實蠅於紅肉種紅龍果內小規模殺蟲試驗結果

Replication	Treatment	No. of teste d fruit	Total no. of treated eggs	Total no. of survivor	Mortality (%)	Corr. Mort.* (Abbot's method(%))
1	Control	25	2,500	1,652	33.9	-
	46.2 ℃ 0min	50	5,000	0	100	100
	46.2 ℃ 10min	50	5,000	0	100	100
	46.2 ℃ 20min	50	5,000	0	100	100
2	Control	25	2,500	1,724	31.0	-
	46.2 ℃ 0min	50	5,000	0	100	100
	46.2 ℃ 10min	50	5,000	0	100	100
	46.2 ℃ 20min	50	5,000	0	100	100
3	Control	25	2,500	1,756	29.8	-
	46.2 ℃ 0min	50	5,000	0	100	100
	46.2 ℃ 10min	50	5,000	0	10 0	100
	46.2 ℃ 20min	50	5,000	0	100	100

*：Corr. Mort.＝(Mort. exp－Mort. con)/(1－Mort. con)

表1-2、東方果實蠅於紫紅肉種紅龍果內小規模殺蟲試驗結果

Replication	Treatment	No. of tested fruit	Total no. of treated eggs	Total no.of survivor	Mortality (%)	Corr. Mort.* (Abbot's method(%))
1	Control	25	2,500	1,373	45.1	-
	46.2 ℃ 0min	50	5,000	64	98.7	97.6
	46.2 ℃ 10min	50	5,000	0	100	100
	46.2 ℃ 20min	50	5,000	0	100	100
2	Control	25	2,500	1,879	24.8	-
	46.2 ℃ 0min	50	5,000	41	99.2	98.9
	46.2 ℃ 10min	50	5,000	0	100	100
	46.2 ℃ 20min	50	5,000	0	100	100
3	Control	25	2,500	1,564	37.4	-
	46.2 ℃ 0min	50	5,000	97	98.1	97.0
	46.2 ℃ 10min	50	5,000	0	100	100
	46.2 ℃ 20min	50	5,000	0	100	100

*：Corr. Mort.＝(Mort. exp－Mort. con)/(1－Mort. con)

二、大規模殺蟲試驗

依表2-1及2-2顯示，蒸熱處理紅肉種及紫紅肉種紅龍果使果實中心溫度到達46.5℃維持30分鐘，供試蟲東方果實蠅死亡率均為100％，統計3次處理之供試蟲數分別為35,137及33,544隻以上，因此，確認以46.5℃維持30分鐘蒸熱處理紅肉種及紫紅肉種紅龍果，可達完全殺滅東方果實蠅之效果。

表2-1、東方果實蠅於紅肉種紅龍果內大規模殺蟲試驗結果

Replication	Treatment	No. of tested fruit	Total no. of eggs	Estimated total no. of treated eggs*	Total no. of survivor	Mortality (%)
1	Control	40	4,000	-	2,315	42.1
	46.5 ℃ 30min	180	-	10,418	0	100.0
2	Control	40	4,000	-	2,441	39.0
	46.5 ℃ 30min	180	-	10,985	0	100.0
3	Control	40	4,000	-	3,052	23.7
	46.5 ℃ 30min	180	-	13,734	0	100.0

*：Estimated total no. of treated eggs= No. of survivors in non-treated fruit × (No. of treated fruits/ No. of non-treated fruits)

表2-2、東方果實蠅於紫紅肉種紅龍果內大規模殺蟲試驗結果

Replication	Treatment	No. of tested fruit	Total no. of eggs	Estimated total no. of treated eggs*	Total no. of survivor	Mortality (%)
1	Control	40	4,000	-	2,497	37.6
	46.5 ℃ 30min	180	-	11,237	0	100.0
2	Control	40	4,000	-	2,388	40.3
	46.5 ℃ 30min	180	-	10,746	0	100.0
3	Control	40	4,00 0	-	2,569	35.8
	46.5 ℃ 30min	180	-	11,561	0	100.0

*：Estimated total no. of treated eggs= No. of survivors in non-treated fruit × (No. of treated fruits/ No. of non-treated fruits)

三、果實障害試驗

依表3-1及3-2顯示，紅肉種及紫紅肉種紅龍果經46.5℃維持30分鐘蒸熱處理後，經5℃貯藏7日後再回溫3日，果實硬度為3.4 lb及3.4 lb，對照組為3.6 lb及3.5 lb，兩者硬度無顯著差異，顯示蒸熱處理後之果實，經本試驗貯藏條件下並無軟化現象；果肉糖度方面，處理組果實經檢測糖度為15.5°Brix及10.4°Brix，對照組為15.3°Brix及10.7°Brix，同種果實試驗組與對照組間糖度亦無顯著差異；苞片顏色方面，無論經蒸熱處理與否，苞片顏色皆會因貯藏及回溫而逐漸失水褐化，處理組果實之苞片顏色維持4.6分及2.3分，仍保有商品價值。

表3-1、蒸熱處理對紅肉種紅龍果果實品質之影響

果實品質指標 / 組別	硬度(lb)	糖度(°Brix)	苞片顏色
對照組	3.4a*	15.7a	10.0
處理組**	3.4a	15.3a	9.8
貯藏條件	5℃貯藏 7 日		
對照組	3.7a	15.6a	9.4
處理組	3.4b	15.5a	7.4
貯藏條件	5℃貯藏 7 日後再回溫 3 日		
對照組	3.6a	15.3a	5.5
處理組	3.4a	15.5a	4.6

*： Means in each column with the same lower letter are not significantly different at 5% level by Duncan,s multiple range test.

**： 蒸熱處理後以舒果網加PE袋包裝。

表3-2、蒸熱處理對紫紅肉種紅龍果果實品質之影響

果實品質指標 / 組別	硬度(lb)	糖度(°Brix)	苞片顏色
對照組	3.8a*	11.9a	9.1
處理組**	3.2b	11.4b	8.3
貯藏條件	5℃貯藏 7 日		
對照組	3.9a	10.7a	7.9
處理組	3.7b	10.6a	5.6
貯藏條件	5℃貯藏 7 日後再回溫 3 日		
對照組	3.5a	10.7a	3.4
處理組	3.4 a	10.4a	2.3

*： Means in each column with the same lower letter are not significantly different at 5% level by Duncan,s multiple range test.

**： 蒸熱處理後以舒果網加PE袋包裝。

結　語

回顧紅龍果檢疫處理技術之研發過程，經歷許多試驗瓶頸與重複分析修正，前後二年有餘；其後，又經過六年漫漫等待，日本始派員前來認證試驗。認證後，終證明我國開發之處理技術已充分達成日方要求之殺蟲基準，也促使日本開放經檢疫處理後之國產紅龍果輸入。在此同時，防檢局及所屬台中分局更繼續努力進行紅肉種及紫紅肉種紅龍果之試驗研發，期待不久的將來，能繼白肉種之後，再通過日本等國審查，從而解除輸入禁令，促進國產水果外銷，將質量俱優的農產品推向國際市場，為臺灣農業注入新的活力。

圖1、日本檢疫官丹野先生檢查供試蟲卵孵化率情形

圖2、溫度探針插置紅龍果情形

圖3、日本檢疫官丹野先生與台中分局試驗人員進行試驗結果調查